

مدلسازی اختلال منابع تامین در زنجیره تامین پوشاک و تحلیل راهکار بهبود آن با رویکرد پویایی سیستم

حسینعلی حسن پور^۱، شهرام علیاری^۲، حامد برزگر^۳، مصطفی زارعی^۴
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۷/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۱۵ نوع مقاله: پژوهشی

چکیده

زنجیره‌های تأمین در گروهی جهلی شدن از ریسکها و اختلالات جهلی نیز مصون نمی‌مانند، لذا مدیران سیستم‌ها در تلاشند تا اثر اختلال‌ها را کاهش و مدیریت زنجیره را بهینه نمایند. این تحقیق با تمرکز بر اختلال تأمین منابع زنجیره تأمین پوشاک، راهکاری برای کاهش اثر این اختلال را ارزیابی کند. لذا در این پژوهش، ابتدا با کنکاش در پیشینه‌ی تحقیق، راهکار «تأمین کننده پشتیبان» استخراج شد. در بخش بعدی تحقیق، مدل پویایی سیستم جهت راستی‌آزمایی راهکار «تأمین کننده پشتیبان» ارائه شد. این مدل با آزمون حدی و تحلیل حساسیت اعتبارسنجی شده و در شرایط اختلال در حالت «بدون تأمین کننده پشتیبان» و با «تأمین کننده پشتیبان» مقایسه شد و نتایج نشان داد که با اجرای این راهکار، در بازه زمانی ۱۰۰ ماهه، در بازه زمانی اختلالات نظیر شیوع بیماری کرونا و یا تحریم‌ها با وجود زنجیره تأمین پشتیبان، تقاضای حلقه انتهایی در مقایسه با حالت «بدون تأمین کننده پشتیبان» در زمان بهتری پاسخ داده می‌شود و در بازه زمانی اختلاف سود دو موضوع به بیش از ۱۸۰ واحد خواهد رسید.

واژه‌های کلیدی: تأمین کننده پشتیبان، مدل پویایی سیستم، اختلال منابع تأمین، زنجیره تأمین پوشاک

^۱ نویسنده مسئول: استادیار، گروه مهندسی صنایع و لجستیک، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه جامع امام حسین

(ع)، تهران، ایران، hahassan@ihu.ac.ir

^۲ استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه جامع امام حسین (ع)، تهران، ایران،

^۳ دکتری مهندسی صنایع دانشگاه جامع امام حسین (ع)، گروه مهندسی صنایع و لجستیک، دانشکده فنی و مهندسی، تهران، ایران.

^۴ استادیار دانشگاه افسری و تربیت پاسداری امام حسین (ع)، دانشکده علوم انسانی و قدرت نرم، گروه آمار و زنجیره تامین، تهران، mozare16@yahoo.com

مقدمه

مدیریت زنجیره تامین شامل فعالیتی است که برای ارتقاء رقابت و برآورد کردن انتظارات مشتریان در تولید محصول مناسب در زمان و مکان مناسب و مطابق با استانداردهای کیفی می‌باشد و شامل سیستم‌های پیچیده‌ای است و باید در نظر داشت که طراحی و برنامه‌ریزی این سیستم‌ها و عملکرد مناسب آن در شرایط بروز انواع اختلالات امری حیاتی به شمار می‌آید (روسو و همکاران، ۲۰۱۸)

اختلال در زنجیره تامین را میتوان به عنوان یک رویداد داخلی یا خارجی غیرقابل پیش‌بینی تعریف کرد که جریان عادی یا برنامه‌ریزی شده کالا و خدمات در زنجیره تامین را تغییر میدهد و میتواند در هر مکان از زنجیره تامین و در هر نقطه از زمان رخ دهد. خطرهای ناشی از اختلال می‌تواند ناشی از فجایع طبیعی یا ساخته دست بشر (زلزله، سیل، طوفان، حملات تروریستی، آتش‌سوزی، بحران‌های سیاسی، اعتصابات یا رخا اختلالات حقوقی، خرابی تجهیزات و سیستم، ورشکستگی تامین کنندگان، نقص محصول و تاخیرهای ترانزیتی یا سفارشی) باشد. اختلالات زنجیره تامین میتواند اشکال مختلفی داشته باشد، از جمله مشکلات تولید یا خطرهای عملیاتی، قیمت عمده‌فروشی که تحت تأثیر نوسانات هزینه، کمبود عرضه و کاهش ناگهانی تقاضا بر اساس شرایط بازار قرار می‌گیرد (حاجیان حیدری و میرزاعلیان، ۱۴۰۱). هیچ سیستمی در دنیای واقعی، از اختلالات مصون نیست. زنجیره تامین یک شرکت هم از این امر مستثنی نیست و اختلالات کوچک و بزرگ در هر قسمت آن، باعث کاهش عملکرد مناسب در کوتاه مدتی گردد و جریان مالی، اطلاعاتی و کالا را مختل می‌کنند. چه بسا این اختلالات در سیستم‌های تامین، آسیب‌های جبران‌ناپذیری را نه تنها به دست‌اندرکاران بلکه به دیگر ذینفعان وارد می‌کند. اختلالات مختلف اعم از سونامی در جنوب شرق آسیا، زلزله در ژاپن و واقعه ۱۱ سپتامبر، انگیزه محققان را برانگیخت تا تأثیر آن بر زنجیره تامین را مورد بررسی قرار دهند و مدیریت سیستم را تحت شرایط اختلال با راهکارهایی بهبود داده تحت کنترل قرار دهند.

اختلالات زنجیره تامین، حوادث ناخواسته‌ای است که ممکن است در زنجیره تامین رخ داده و جریان طبیعی مواد، قطعات، اطلاعات و منابع را تحت تأثیر قرار دهد (ایوانف و دولگویی، ۲۰۲۰). به همین منظور مدیران زنجیره تامین به روش‌های بهبود یافته‌ای نیاز دارند تا عوامل تعیین‌کننده تاب‌آوری زنجیره تامین را در برابر اختلالات، تجزیه و تحلیل کنند. همچنین برای دستیابی به مزیت رقابتی پایدار در محیط‌های ناپایدار، کاهش اثر اختلال از طریق ایجاد زنجیره تامین تاب‌آور، چالش مهم فراروی سازمان‌هاست. اما بسیاری از سازمان‌ها، از این نیاز خودآگاهی ندارند و به ندرت تأثیر تصمیم‌های استراتژیکی را که بر زنجیره تامین اثرگذار است، در نظر می‌گیرند.

اختلالات ناشی از محیط کسب و کار به طور فزاینده پویا و پیچیده، منجر به تضعیف زنجیره تامین با خطرات و عدم اطمینان ثابت شده است. درجایی که اختلالات زنجیره تامین را به خطر می‌اندازد و میتواند بر عملکرد شرکتها به شکل زیانهای مالی مستقیم، از دست دادن تقاضا و همچنین شهرت بد تاثیر بگذارد. طبق نظرسنجی‌ها، ۷۵ درصد از شرکتها سالانه با نوعی اختلال در زنجیره تامین خود مواجه میشوند. با به وجود آمدن موقعیت‌های فوق، احساس نیاز به ایجاد یک زنجیره تامین انعطاف‌پذیرتر دیده میشود، به ویژه با توجه به ادبیات روبه رشدی که اهمیت تاب‌آوری را به عنوان یک عمل موثر برای رویارویی با چنین خطراتی نشان میدهد (رحیمی کلور، ۱۴۰۱). بنابراین امروزه این پیچیدگی‌ها، زنجیره تامین را در برابر انواع مختلفی از خطرها آسیب‌پذیر کرده است. تاب‌آوری یکی از موضوع‌هایی است که برای جلوگیری از این آسیب‌پذیری به آن پرداخته می‌شود. تاب‌آوری به شرکت‌ها این امکان را می‌دهد که شکست‌های زنجیره تامین را مدیریت کنند (جنگیزی و گائینی، ۱۴۰۰). ایوانو و همکاران (۲۰۱۹)، خاطرنشان کردند که تاب‌آوری، توانایی حفظ زنجیره تامین با تکیه بر سیستم‌های تطبیقی است؛ چراکه شرایط با گذشت زمان تغییر می‌کند. تاب‌آوری به ظرفیت بقا و میزان سازگاری و رشد یک شرکت در برابر تغییرات آشفته و برای به حداقل رساندن تأثیرات منفی هرگونه حوادث غیرمنتظره در محیط زنجیره تامین خود و همچنین توانایی پاسخگویی سریع به اختلال و دستیابی به شرایط مطلوب است (حاجیان حیدری و میرزاعلیان، ۱۴۰۱). در زنجیره تامین پوشاک عوامل مختلف محیطی و غیرمحیطی می‌تواند بر هزینه‌ها و کارکرد این زنجیره تأثیر بگذارد. مشکلات تامین اعم از رنگ و نخ از زنجیره جهانی و قرنطینه در شرایط کرونا می‌تواند بر تامین پوشاک رده کاربر در مناطق مختلف نظامی محدودیت ایجاد کند و روند عادی زنجیره را تحت تأثیر قرار دهد. این دو تنها بخشی از اختلالات موجود در زنجیره تامین پوشاک سازمان است. برای پیگیری روند عادی زنجیره تامین، راهکارهایی برای مواجهه با اختلالات مطرح است، یکی از راهکارهای مواجهه با اختلال، «تأمین‌کننده پشتیبان» است.

در کشور ما نیز از ابتدای دهه ۹۰ اختلال‌هایی صنایع مختلف را درگیر کرد، تحریم کشور از سوی متخاصمان، رویه عادی شبکه‌های زنجیره تامین را مختل ساخت. پس از آن نیز شیوع بیماری کرونا، فعالیت عادی زنجیره تامین را در حوزه تامین با مشکلاتی روبرو ساخت. گستره این اختلالات و برخی اختلالاتی که تنها از طریق پژوهش بر زنجیره تامین می‌توان بر آنان آگاهی یافت فعالیت زنجیره تامین پوشاک را با مشکلاتی روبرو ساخت. پژوهش فعلی با تمرکز بر حوزه تامین سعی دارد تا اثر مشکلات حاصل از اختلالات این حوزه را مرتفع سازد. در این پژوهش پس از مروری بر ادبیات موضوع، به تعریف مسئله پرداخته می‌شود. در ادامه به کمک مدل پویایی سیستم در زمان رویداد

اختلال راهکار «تأمین‌کننده پشتیبان» راستی‌آزمایی می‌شود. در انتها راهکار را برای زنجیره تأمین پوشاک عملیاتی بواسطه مدل شبیه‌سازی پویا ارزیابی خواهد شد.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

مبانی نظری

زنجیره تأمین

یکی از اساسی‌ترین مباحث در زنجیره تأمین، توجه به پویایی اطلاعات میان شرکت تولیدکننده و تأمین‌کننده و مشتریان شرکت است. همچنین زنجیره تأمین از دو یا چندسازمان تشکیل می‌شود که رسماً از یکدیگر جدا بوده و به وسیله جریان‌های مواد، اطلاعات و جریان‌های مالی به یکدیگر مرتبط می‌گردند. محققان و نویسندگان مختلفه نگرش و تعاریف متفاوتی را از زنجیره تأمین ارائه کرده‌اند. برخی زنجیره تأمین را در روابط میان خریدار و فروشنده محدود کرده‌اند، که چنین نگرشی تنها بر عملیات خرید رده اول در یک سازمان تمرکز دارد. گروه دیگر، به زنجیره تأمین دید وسیع‌تری داده و آن را شامل تمام سرچشمه‌های تأمین برای سازمان می‌دانند. با این تعریف، زنجیره تأمین شامل تلم تأمین‌کنندگان رده اول، دوم و سوم خواهد بود. چنین نگرشی به زنجیره تأمین، تنها به تحلیل شبکه تأمین خواهد بود. دید سوم، نگرش زنجیره ارزش پورتر است که در آن زنجیره تأمین شامل تمام فعالیت‌های موردنیاز برای ارائه یک محصول یا خدمات به مشتری نهایی است. با نگرش یاد شده به زنجیره تأمین، توابع تولید و توزیع به عنوان بخشی از جریان کالا و خدمات به زنجیره اضافه می‌شود. در واقع با این دید، زنجیره تأمین شامل سه حوزه تدارک، تولید و توزیع است. زنجیره تأمین شامل یک شرکت، تأمین‌کننده و مشتری است که مستقیماً در جریان‌های بالادست و پایین دست از اطلاعات، خدمات، محصولات و امور مالی شرکت است. مشخصه اصلی مدیریت زنجیره تأمین هماهنگی فعالیت‌ها بین این نهادهای وابسته به هم است (منیر و همکاران، ۲۰۲۰).

اختلال و زنجیره تأمین

کاروالهو و همکاران^۱ (۲۰۱۲)، به شائزده رویداد اشاره می‌کنند که اختلال در زنجیره تأمین را ایجاد می‌کند و این رویدادها را در چهار طبقه اصلی دسته‌بندی می‌کنند:

(۱) رویدادهای طبیعی (هر نوع پدیده‌ای مانند: آتشفشان، طوفان، باران‌های سیل‌آسا).

^۱Carvalho et al

۲) رویدادهای عملیاتی (رویدادهایی که ناشی از عملیات شرکت ها هستند مانند تاخیر تامین کننده، نقص محصول و...).

۳) حوادث و رویدادهای ساختگی عمدی (رویدادهایی که ناشی از حوادث عمدی هستند مانند انفجار در کارخانه، اعتصاب تامین کننده، حملات تروریستی، آتش و غیره).

۴) رویدادهای مالی (رویدادهای ناشی از مشکلات مالی مانند بحران های مالی و یا ورشکستگی تامین کننده).

در هر حال، اختلالات تاثیر منفی بر عملکرد، سودآوری، درآمد عملیاتی، ساختار هزینه، دارایی و موجودی ها دارند و گریزی از بروز اختلال در زنجیره های تامین نیست. از این رو، تاب آوری زنجیره تامین می تواند به عنوان رویکردی نوین در مباحث زنجیره تامین نمود پیدا کند.

زنجیره تامین تاب آور

تاب آوری در فرهنگ لغت، توانایی بازیابی، بهبود سریع، تغییر، شناوری، کشسانی و همچنین خاصیت فیزی و ارتجاعی ترجمه شده است. مفهوم تاب آوری در رشته های مختلف علمی از روانشناسی تا مهندسی کاربرد دارد و در نتیجه تعاریف به همان اندازه متنوع است. بسیاری این مفاهیم تاب آوری را به عنوان توانایی جستن به عقب برای دستیابی به تعادل واحد، قبل از این که اختلالات بتوانند سیستم را از حالت پایدار به حالت دیگر تبدیل کنند و به عنوان توانایی سازگاری در واکنش به اختلال در نظر می گیرند (یو و همکاران، ۲۰۱۹).

سابقه پژوهش

دیکسیتپ و همکاران (۲۰۲۰) با استفاده از رویکرد شبیه سازی به ارزیابی تاب آوری شبکه زنجیره تامین ۲۳ شرکت فعال در هند که در معرض ریسک های مختلف قرار دارند، پرداختند. نتایج نشان داد شرکتی که کمترین تراکم و تمرکز و بیشترین اتصال و اندازه شبکه را دارد، دارای بالاترین تاب آوری است؛ در حالی که شرکتی با بیشترین تراکم و تمرکز بالا به دلیل تجمع گره ها، کمترین تاب آوری را دارد. حسینی و همکاران (۲۰۲۰) تاب آوری زنجیره تامین (SCR) را در یک سیستم باز از طریق اندازه گیری و تجزیه و تحلیل سطوح تاب آوری یک تولیدکننده بررسی کردند و برای درک مفهوم تاب آوری زنجیره تامین با استفاده از نظریه سیستم ها و سایبرنتیک این چنین استدلال کردند که یک لنز نظری سیستمی میتواند به گسترش پژوهش های پیشرفته برای توصیف تاب آوری زنجیره تامین بر اساس مفهوم متعادل کردن آسیب پذیری و قابلیت بازیابی در طول زمان کمک کند. به این منظور، آنها یک مقیاس جدید تاب آوری را برای اندازه گیری تاب آوری زنجیره تامین با

استفاده از رویکرد شبکه بیزی با تابع ترکیبی آسیب پذیری و بازیابی، تعریف و آزمایش کردند. ایوانو (۲۰۲۱)، چارچوبی که زوایای مختلف تاب‌آوری را ادغام میکند و بهره‌برداری از توانمندی‌های تاب‌آوری را برای خلق ارزش ممکن می‌سازد، ارائه کرد. برای در نظر گرفتن تاب‌آوری به عنوان یک مؤلفه ذاتی، فعال و ارزش آفرین برای تصمیمات مدیریت عملیات، به جای اینکه به عنوان یک سپر منفعل برای محافظت در برابر حوادث نادر و شدید باشد، به ادغام چارچوب‌های موجود شامل زنجیره تأمین پایدار، زنجیره تأمین قابل پیکربندی مجدد و زنجیره تأمین نیازمند به قطعیت کم پرداخت و ایده جدیدی را در رویکرد AURA توضیح داد.

شائو و جین (۲۰۲۰) از روش مدلسازی پویایی سیستم‌ها برای ارزیابی تاب‌آوری زنجیره تأمین استفاده کردند و سیستم‌های تحلیل تاب‌آوری زنجیره تأمین با قیمت، عرضه و تقاضا را به عنوان ساز و کارهای تاب‌آوری زنجیره تأمین لیتیوم در نظر گرفتند. نتایج حاصل از شبیه‌سازی نشان دادند که زنجیره تأمین لیتیوم تحت تأثیر حاملان جدید انرژی تاب‌آوری کمتری دارد؛ علاوه بر این، تاب‌آوری زنجیره تأمین لیتیوم در معرض خطر قطع عرضه کوتاه مدت خوب است؛ اما در صورت قطع عرضه به صورت طولانی مدت بدتر است.

بلهادی و همکاران (۲۰۲۱)، بر اساس نظریه تاب‌آوری زنجیره تأمین، بینش‌هایی را در مورد تأثیر شیوع ویروس کرونا بر زنجیره تأمین خودرو و خطوط هوایی ارائه دادند و دو نوع استراتژی پاسخ به اختلال (کوتاه مدت و بلند مدت) را با استفاده از ترکیبی از تکنیک‌های کمی و کیفی در سه مرحله مجزا ارزیابی کردند. نتایج نشان داد که بهترین استراتژی برای کاهش خطرات مرتبط با کووید-۱۹ در صنعت خودرو، توسعه منابع عرضه محلی و استفاده از فناوری‌های پیشرفته صنعت است و همکاری بین ذینفعان زنجیره تأمین برای غلبه بر چالش‌های ناشی از ویروس کرونا در استفاده از فناوری‌های دیجیتال مورد نیاز است.

ساکو (۲۰۲۲) در پژوهشی به «اختلال و تاب‌آوری زنجیره تأمین» پرداخته است. اینکه چه چیزی زنجیره‌های تأمین جهانی را به هم ریخته است، همه‌گیری COVID-۱۹ در چه راه‌هایی نقش داشته است و زنجیره‌های تأمین جهانی در آینده چه خواهد شد. به طور خلاصه، این بیماری همه‌گیر، گونه‌های از قبل موجود در زنجیره تأمین جهانی و نیاز به انعطاف پذیری بیشتر در برابر اختلالات آینده را برجسته کرد. عبدالله و همکارانش (۲۰۲۲) در تحقیق خود به دنبال تجزیه و تحلیل چالش‌های نوظهور در اختلال زنجیره تأمین به دلیل کرونا بودند. نتایج نشان دادند که اختلال ناشی از کووید-۱۹ در پاکستان بر استواری و تاب‌آوری زنجیره تأمین چندان تأثیرگذار نبوده است. علاوه بر این، یافته‌ها نشان می‌دهد که شناسایی، ارزیابی و کنترل ریسک در شیوه‌های

مدیریت ریسک زنجیره تامین نقش مهمی در افزایش استواری و تاب‌آوری در سیستم زنجیره تامین ایفا می‌کند. الیورز- آگویلا و همکاران ۱ (۲۰۲۱)، در پژوهشی به بررسی اختلالات تاب‌آوری زنجیره تامین پرداختند. نتایج نشان داد که روش معرفی شده برای ایجاد نقشه راه شامل مراحل مختلفی از جمله اکتشاف زنجیره تامین، برنامه ریزی سناریو، تجزیه و تحلیل سیستم، تعریف استراتژی‌ها و نظارت بر سیگنال است. ریکاردو و همکاران ۲ (۲۰۲۱)، در پژوهشی به افزایش انعطاف‌پذیری زنجیره تامین از طریق تخصیص کارآمد افزونگی: یک مدل ریسک‌گریز پرداختند. نتایج نشان داد که فعالیت‌های بازیابی کارآمدترین اقداماتی هستند که برای یک رویداد اختلال کوتاه‌مدت انجام می‌شود. علاوه بر این، سرمایه‌گذاری پیشگیرانه انعطاف‌پذیری در یک سیستم حفاظتی و افزایش انعطاف‌پذیری به SC اجازه می‌دهد تا دوره اختلال را با افزایش محدود هزینه‌های ساخت شبکه و ظرفیت‌های مازاد مدیریت کند. الباز و رول ۳ (۲۰۲۱) در پژوهشی به بررسی کاهش اثرات اختلالات بر تاب‌آوری و مقاومت زنجیره تامین در زمینه شیوع کووید-۱۹ پرداخته‌اند. یافته‌ها نقش واسطه‌ای روش‌های مدیریت ریسک زنجیره تامین در تقویت تاب‌آوری و مقاومت زنجیره تامین را نشان می‌دهد.

زنجیره تامین پوشاک از حیث اختلالات از صنایع دیگر متمایز می‌شود زیرا برخی از محصولات این صنایع با مرور زمان قابل استفاده نخواهد بود. مهرجو و همکاران (۲۰۱۶) به دلیل ویژگی‌های و ریسک‌های خاص زنجیره تامین پوشاک از جمله چرخه عمر کوتاه، پیش‌بینی ناچیز و محصولات تقاضای ناپایدار، یک مدل پویایی سیستم برای تجزیه و تحلیل رفتار و روابط صنعت پوشاک ارائه کرده است. ماجمادر و همکاران (۲۰۲۱) در مورد تأثیر و احتمال وقوع آن‌ها، اختلالات را به پنج دسته تقسیم می‌کند، اختلال بخش عرضه، اختلال بخش تقاضا، اختلال فرآیند یا بهره‌برداری، اختلال محیط کسب‌وکار و اختلال مالی. درنهایت با فرایند سلسله مراتبی فازی اختلالات را اولویت‌بندی کردند و اثبات می‌کند که اختلالات مرتبط با محیط مالی و تجاری تأثیر زیادی دارند. یکی از اختلالاتی که همه بخش‌های صنایع را درگیر کرده، شیوع بیماری کرونا است. این بیماری برخلاف زنجیره تامین دیگر اختلالات، یک اثر موج‌دار در زنجیره تامین لباس ایجاد کرده است. اول، عرضه مواد اولیه پوشاک از چین، مختل شد. در ژانویه ۲۰۲۰، تولیدکنندگان لباس در جنوب شرقی آسیا سعی کردند با استفاده از موجودی مازاد و تهیه از تامین‌کنندگان محلی، با این شرایط کنار بیایند. با شروع کرونا در مناطقی از اروپا، تقاضا برای لباس به شدت کاهش یافت. هفته دوم مارس

¹Olivares-Aguila et al

²Riccardo et al

³El Baz and Ruel

۲۰۲۰، برندهای جهانی پوشاک با لغو و یا تأخیر در پرداخت سفارش‌های تأیید شده، واکنش نشان دادند. با شیوع بیماری در جنوب آسیا، صنعت پوشاک به بن‌بست کامل رسید. بنابراین، کرونا وضعیت بی‌سابقه‌ای در صنعت لباس ایجاد کرد. در اثر اختلال در تقاضا، عرضه و تولید زنجیره تأمین، طبق گزارش انجمن تولیدکنندگان لباس هند، حدود ۱۰ میلیون شغل، ازدست‌رفته است. در نتیجه؛ در زنجیره ارزش نساجی هند، از بین ۱۵۰۰ واحد تولیدی لباس ثبت شده، ۲۰ درصد آن‌ها تعطیل دائمی کار خود را اعلام کردند و در سفارش‌های بنگلادش، ۳۰۱۷ میلیارد دلار سفارش لغو شده است (مجومدار و همکاران، ۲۰۲۰)

کریمی زارچی و همکارانش ۱ (۲۰۲۰) در مقاله‌ای با هدف «ارائه مدل زنجیره تأمین دفاعی تاب‌آور»، پس از بررسی مبانی نظری تحقیق و نظرخواهی از خبرگان، نه بعد و مولفه‌های مرتبط با آن را به عنوان توانمندسازهای زنجیره تأمین دفاعی تاب‌آور شناسایی کردند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داده است که دو بعد "یادگیری" و "همکاری" و سپس "فرهنگ مدیریت ریسک" و "برنامه ریزی اقتصادی" بالاترین اولویت را در دستیابی به زنجیره تأمین نظامی تاب‌آور دارند.

ایوانف و دولگوی (۲۰۲۰) و ایوانف (۲۰۲۰) برای کاهش اثر اختلال آن بر سراسر زنجیره تأمین، به‌خصوص در آسیای شرقی، تلاش نمودند. در ادبیات دو رویکرد مقابله با اختلالات می‌توان یافت. برخی محققان مانند اسنایدر و همکاران (۲۰۱۶) با تمرکز بر رویکرد پیشگیرانه، بدون ملاحظه در رابطه با احتمال وقوع حوادث، راهکارهایی را ارائه داده‌اند. از سوی دیگر محققانی چون ایوانف و همکاران (۲۰۱۶) با تمرکز بر رویکرد واکنشی به اختلالات، پیشنهادها و ساختارها به‌منظور انعطاف‌پذیری و استواری زنجیره تأمین ارائه کرده‌اند و این اصلاح‌فرآیندها و ساختارها به‌منظور تنظیم زنجیره تأمین در حضور حوادث غیرمنتظره، صورت می‌گیرد. ایوانف و همکاران (۲۰۱۷) در یک مقاله مروری، یک طبقه‌بندی از انواع خطرات مختل‌کننده، نحوه محافظت از زنجیره تأمین در برابر اختلالات و واکنش‌ها در بروز اختلالات را از ادبیات این موضوع استخراج کردند. آن‌ها اختلالات را در سه سطح "تولید، تأمین‌کننده و توزیع" تقسیم‌بندی نموده و راه‌حلهایی را در سه منظر تغییرات "موجودی، ظرفیت و استفاده از چندگانگی تأمین‌کنندگان" دسته‌بندی کردند.

حسینی و همکاران (۲۰۱۹) راه‌حل‌های برای کاهش احتمال رخداد اختلال مرور کردند. آنان همچنین راه‌حل‌های نظیر مسیر یابی مجدد، بازبینی منابع و بودجه، اشتراک اطلاعات، موجودی احتیاطی، تغییرات ظرفیت در تأمین و تولید و کانال‌های چندگانه توزیع و تأمین را استخراج نمودند. مدل‌های شبیه‌سازی به‌عنوان ابزاری مناسب برای مشاهده و پیش‌بینی رفتارهای زنجیره تأمین در طول زمان شناخته می‌شوند. مدل‌های شبیه‌سازی به‌ویژه برای تجزیه و تحلیل، زمانی مفید

هستند که اثرات اختلالات در عملکرد زنجیره تامین تحت تغییرات وابسته به زمان محاسبه شود. روش پویایی سیستم‌ها امکان تجزیه و تحلیل سیستم‌های پیچیده را برای طراحی سیاست‌های مؤثر فراهم می‌کند. در دهه اخیر تحقیقاتی به صورت مبسوط در زمینه چارچوب‌های پویایی سیستم برای ارزیابی اختلالات و ریسک‌های مختلف زنجیره تامین انجام شده است. برای مثال، آگویلا و المغربی (۲۰۲۰) یک مدل پویایی سیستم را ارائه کردند و مدل را نسبت به اختلالاتی ارزیابی نمودند. به عبارت دیگر، اثرات اختلالات بر روی سطح خدمات، هزینه‌ها، سود و سطح موجودی زنجیره تامین تجزیه و تحلیل می‌شود. در این پژوهش پس از اجرای چندین سناریو، به این نتیجه رسیدند که اختلالات در پایین دست اتفاق می‌افتد و نسبت به اختلالات سطوح بالادست بر عملکرد زنجیره تامین تأثیرات بیشتری دارند.

مهرجو و پاسک (۲۰۱۶) چارچوبی را برای تجزیه و تحلیل سیاست‌های مدیریتی برای محصولات فاسدشدنی در یک زنجیره تامین سه سطحی تحت اختلال تأخیر و پیش‌بینی موجودی کالا، ارائه دادند. آنها نتیجه گرفتند که اختلالات زنجیره تامین نسبت به سناریوهایی که مدت تحویل آنان همواره تغییر می‌یابد حساس‌تر است. ایوانف، پاولوف، پاولوف و سوکولوف (۲۰۱۷) ترکیبی از مدل برنامه‌ریزی خطی و مدل پویایی سیستم‌ها برای پیکربندی مجدد در یک زنجیره تامین که تحت تأثیر زوال تدریجی و متغیر زمان و هزینه است را ارائه دادند. آنها نشان دادند که ظرفیت، نقش مهمی را در حداقل رساندن جریان بازگشت (لجستیک معکوس) دارد. لی و همکاران (۲۰۱۷) ارزش اشتراک اطلاعات را هنگام مواجهه اختلال در یک زنجیره تامین سه سطحی تحلیل کردند. در این پژوهش نتیجه گرفتند که به اشتراک‌گذاری اطلاعات به بهبود انعطاف‌پذیری زنجیره تامین کمک می‌کند.

از منظر مواجهه با اختلال در زنجیره تامین، نزدیک‌ترین تحقیقات به پژوهش حاضر، تحقیق هوانگ و همکاران (۲۰۱۲) می‌باشد. خادمی جلگه نژاد و احمدی کهن (۲۰۱۹) در مطالعه‌ای با روش تحلیل محتوا و در سال ۱۳۹۷ در بیمارستان‌های دانشگاهی بندرعباس بامشارکت ۱۴ نفر از خبرگان انجام دادند. پس از تحلیل داده‌ها، عوامل مؤثر بر تاب‌آوری زنجیره تامین بیمارستان در ۶ مولفه اصلی و ۳۰ درون‌مایه شناسایی شد که مولفه‌های اصلی شامل: «حضور و شایستگی کارکنان»، «ایمنی زیرساخت‌ها»، «مدیریت فاجعه»، «سیستم‌های پشتیبانی و ظرفیت»، «تامین کنندگان کالا و خدمات مورد نیاز بیمارستان» و «عوامل بیرونی» هستند. بنابراین عوامل مربوط به تمرینات کافی کارکنان، برنامه‌ریزی مدیریت فاجعه، سیستم فرماندهی و ظرفیت بالقوه بیشترین تأثیر را بر تاب‌آوری زنجیره تامین بیمارستان دارند.

رضانیا و موسی زاده (۱۴۰۲) در پژوهشی مسئله طراحی شبکه تاب‌آور زنجیره تامین میگو از طریق توسعه مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط مورد مطالعه قرار دادند. توابع هدف معرفی شده در این مدل ریاضی به دنبال به (۱) حداقل رساندن هزینه کل شامل هزینه‌های احداث، حمل و نقل و قابلیت ردیابی، (۲) بیشینه‌سازی پایداری از طریق ارتقاء میزان اشتغال ایجاد شده و (۳) به حداکثر رساندن خاصیت ارتجاعی شبکه زنجیره‌تأمین می‌باشد. در نهایت مدل تحت عدم قطعیت پارامترهای مربوط به تقاضا و با استفاده از نسخه بهبود یافته روش محدودیت افزوده در نرم‌افزار گمز حل شده و نقاط پارتوی کارا از میان جواب‌های مورد بررسی قرار گرفته است.

شیشه‌بری (۱۴۰۲) در پژوهشی به بررسی مدیریت تاب‌آور زنجیره‌تأمین و تأثیرش بر عملکرد پایدار زنجیره‌تأمین پرداخته است. نتایج حاکی از آن است که حساسیت نسبت به بازار و تغییرات آن منجر به حرکت به سوی تاب‌آوری جهت مقابله با آسیب‌پذیری می‌شود. البته عواملی مانند کنترل فرایندها، بهبود کیفیت و همچنین وجود یک سیستم مناسب خرید و تدارکات، مدیریت روابط با تأمین‌کنندگان، وجود یک سیستم مناسب حمل و نقل و وجود تکنولوژی و فناوری اطلاعات از سایر عوامل مؤثر محسوب می‌شوند که، اقدامات منابع انسانی در پیاده‌سازی این عوامل نقش مهمی را ایفا می‌کند. بادستیابی به تاب‌آوری از طریق این اقدامات، پایداری اجتماعی و زیست محیطی و اقتصادی حاصل می‌شود که منجر به مزیت رقابتی می‌گردد.

بختیاری (۱۴۰۲) در پژوهشی به مطالعه تأثیر فرهنگ سازمانی بر عملکرد زنجیره‌تأمین با در نظر گرفتن نقش میانجی تاب‌آوری و چابکی زنجیره‌تأمین پرداخت. ابزار گردآوری داده‌های این پژوهش عبارتست از پرسشنامه استاندارد فرهنگ سازمانی شامل دو بعد فرهنگ مدیریت ریسک و انعطاف‌پذیری زنجیره‌تأمین و عملکرد زنجیره‌تأمین متشکل از چهار بعد عملکرد تأمین-کننده، عملکرد هزینه، عملکرد مبتنی بر زمان و عملکرد قابلیت اطمینان. تاب‌آوری و چابکی زنجیره‌تأمین نیز بصورت تک بعدی می‌باشد. یافته‌های پژوهش نشان داد که فرهنگ سازمانی تأثیر مثبت و معناداری بر عملکرد زنجیره‌تأمین دارد و تاب‌آوری و چابکی زنجیره‌تأمین نقش واسطه‌ای معنادار را در تأثیر فرهنگ سازمانی بر عملکرد زنجیره‌تأمین ایفا می‌کنند.

روح‌پرو و همکاران (۱۴۰۱) در پژوهشی به طراحی مدل تاب‌آوری زنجیره‌تأمین با تأکید بر نوآوری بازر در سازمان صنعت، معدن و تجارت استان آذربایجان شرقی پرداخت. یافته‌ها نشان داد که عامل‌های تاب‌آوری زنجیره‌تأمین با تأکید بر نوآوری باز عبارت بودند از: ۷۱ شاخص و ۱۰ مؤلفه (چابکی، فرهنگ مدیریت مخاطرات، مشارکت داخلی و خارجی، فناوری، افزونگی، ساختار سازمانی، همکاری راهبردی تأمین‌کنندگان، کیفیت و سطح اشتراک‌گذاری اطلاعات، انعطاف‌پذیری، نوآوری باز. نتایج بیانگر این می‌باشد که اولویت عامل‌های تاب‌آوری زنجیره‌تأمین با تأکید بر نوآوری باز نشان داد که

متغیر چابکی با مقدار آماره ی میانگین وزنی $6/34$ در رتبه اول و متغیر نوآوری باز با مقدار آماره ی میانگین وزنی $4/41$ در رتبه دهم قرار دارد. خلیلی و همکاران (۱۴۰۱) در پژوهشی به ارایه یک مدل ریاضی طراحی شبکه زنجیره تامین بنزین سه سطحی با در نظر گرفتن رویکردهای پایداری و تاب آوری به صورت هم زمان پرداختند. اختلال های در نظر گرفته شده در این پژوهش عبارت اند از: اختلال در تامین به دلیل تخریب ظرفیت تولید پالایشگاه ها، کاهش واردات بنزین تحت تاثیر فشارهای سیاسی، تخریب تسهیلات ذخیره سازی و افزایش ناگهانی تقاضای برخی از نقاط. به منظور یافتن جواب های استوار در مقابل تغییرات ناشی از سناریوها، از روش بهینه سازی استوار آغزاف و برای یافتن جواب های کارای مدل چندهدفه از رویکرد تریابی حسینی بهره برده شده است. یافته ها کمی سازی رویکردهای پایداری شامل هزینه ایجاد شبکه، اثرهای زیست محیطی ناشی از انتشار گاز CO_2 در اثر تولید و انتقال بنزین در شبکه و اثرهای اجتماعی توسعه شبکه بر بهبود فرصت های شغلی و ارتقای وضعیت اقتصادی مناطق محلی، یکی از یافته های مهم این پژوهش است. یافته مهم دیگر این پژوهش، توسعه رویکردی کمی برای بهینه سازی ابعاد مختلف تاب آوری شبکه، یعنی کیفیت طراحی، قابلیت های پیشگیرانه و قابلیت های واکنشی در مقابل این اختلالهاست.

مزروعی نصرآبادی و محمدی پور (۱۴۰۱) در پژوهشی به طراحی مدل مفهومی از عوامل کلیدی موفقیت در زنجیره تامین گردشگری سلامت به منظور بهبود تاب آوری پرداختند. یافته ها از نتایج مصاحبه با خبرگان ۷۰ عامل کلیدی موفقیت بدست آمد که در قالب ۱۲ دسته کلی طبقه بندی گردید. در نهایت از طریق اعضای هم اندیشی خبرگان، مدل عوامل کلیدی موفقیت مشخص گردید که عامل مدیریت محیطی دارای بیشترین اثر گذاری و عوامل انعطاف پذیری در زنجیره تامین، مدیریت تامین کنندگان، هماهنگی و همکاری در زنجیره تامین و مدیریت موجودی دارای بیشترین اثرپذیری بودند. سیف برقی و همکاران (۱۴۰۱) در پژوهشی یک شبکه زنجیره حلقه تامین بسته شامل سایت های تولید، جداسازی، بازسازی و دفع در نظر گرفته اند. مدلی یکپارچه و دو مرحله ای ارایه شده است به نحوی که در مرحله اول روش "فازی-مورا-نقطه مرجع" برای ارزیابی تامین کنندگان پیشنهاد و خروجی این مرحله به عنوان امتیاز ارزیابی در مرحله دوم مورد استفاده قرار گرفته است. در مرحله دوم، یک مدل برنامه ریزی خطی عدد صحیح ترکیبی سه هدفه پیشنهاد گردیده بنحوی که تامین کننده مناسب و مکان سایت های نوسازی و همچنین جریان های بین اعضای مختلف زنجیره مشخص می شود. در این مدل علاوه بر هدف ماکسیمم سازی تامین از تامین کنندگان شایسته، اهداف اقتصادی و تاب آوری زنجیره نیز مد نظر قرار گرفته است. از طرفی دیگر امکان وجود کمبود نیز در نظر گرفته شده است. نتایج عددی مربوطه نشان دهنده اعتبار مدل و نقش گزینه کمبود در رسیدن به جواب های بهتر در تابع هدف ال-پی متریک می باشد.

با توجه به اینکه تحریم‌های ظالمانه ابر قدرت‌ها در تامین تجهیزات نظامی کشورمان و همچنین بکارگیری تعداد قابل توجهی بالگرد با کاربرد های نظامی و غیر نظامی (شامل حمل و نقل، امداد نجات، کشاورزی، آتش‌سوزی، مدیریت بحران و...)، در کشور، اهمیت شرکت پشتیبانی و نوسازی هلی‌کوپتر های ایران (پنها) را دو چندان نموده و تنوع کارکردی این بالگردها، ضرورت حرکت این شرکت به سمت طراحی و ساخت را نیز در پی داشته است. با توجه به مأموریت این شرکت و محدودیت‌های موجود از جمله تحریم‌ها، مدیریت موثر زنجیره تامین آن، عاملی اساسی در موفقیتش محسوب می‌گردد. اختلالات به عنوان نتایج رویدادهای غیر منتظره، جزئی غیر قابل تفکیک از زنجیره تامین این شرکت بوده و بکارگیری رویکرد تاب‌آوری زنجیره تامین، برای مقابله با این رویدادهای غیرمنتظره، بهبود سریع و بازگشت به حالت اولیه (قبل از وقوع رویداد)، به عنوان تنها ترین شرکت ارایه دهنده خدمات پشتیبانی و نوسازی بالگرد در ایران، ضروری می‌باشد. بنابراین رحیمی و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهشی با هدف تدوین مدل تاب‌آوری زنجیره تامین شرکت پنها، ابتدا به شناسایی اقدامات تاب‌آوری زنجیره تامین پرداخته، سپس با توجه به ضرورت کاربردی بودن مدل نهایی، این اقدامات را در قالب ماتریس دو بعدی اهمیت-قابلیت پیاده‌سازی، دسته‌بندی نموده است. همچنین با استفاده از روش دلفی فازی، مهم‌ترین اقدامات و معیارهای سنجش عملکرد مرتبط با شرکت پنها استخراج گردیده و در نهایت با استفاده از مدلسازی ساختاری تفسیری، مدل ارایه گردید.

موسوی و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهشی به ارایه مدل بهینه سازی چند هدفه جهت طراحی شبکه زنجیره تامین سبز تاب‌آور در صنایع سیمان پرداخت. پس از بررسی و مذاقه مبانی نظری و پیشینه تجربی، طراحی شبکه انجام شد، سپس، مدل ریاضی مناسب با مطالعه موردی تدوین و اعتبارسنجی آن صورت پذیرفت. یافته‌ها نشان داد که مازاد تولید صنایع سیمان، هیچ تاثیری بر تاب‌آوری شبکه زنجیره تامین ندارد. همچنین، میزان هزینه انتشار دی‌اکسید کربن در حالت مازاد تولید، از حالت عدم مازاد تولید کمتر است.

سیبویه و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهشی با در نظر گرفتن دو اختلال در زنجیره تامین چندسطحی خون و مدنظر قراردادن تاثیر آن‌ها، مدل احتمالی مبتنی بر سناریو دو مرحله‌ای استوار ارایه دادند. مدل ارایه شده در موردی واقعی، یعنی زنجیره تامین خون شهر تهران، در مدت زمان مناسبی با نرم افزار گمز حل شد و اثر راهبردهای تاب‌آوری گوناگون در سناریوهای مختلف مشخص شد و با بررسی جواب‌های مدل، صحت مدل به تایید رسید. نتایج نشان داد که می‌توان با استفاده از راهبردهای تاب‌آوری افزونگی، بهبود انعطاف‌پذیری و گسترش مسئولیت اجتماعی، زنجیره تامین خون را تاب‌آور ساخت و کمبود را در هنگام مواجهه با اختلال‌ها کاهش داد.

یاوری و عاقلان (۱۳۹۸) در تحقیقی برای ایجاد قابلیت تاب آوری در شبکه ی زنجیره ی تامین موجود، به طراحی مجدد شبکه پرداخته اند. به منظور ایجاد قابلیت تاب آوری در زنجیره ی تامین، دو راهبرد کاهش ریسک اختلال موجود پرکاربرد با عنوان «ظرفیت مازاد» و «ذخیره ی اضطراری» به همراه راهبرد جدید «تشکیل اتحادیه» در سناریوهای مختلف اختلال بررسی شده است. آزمایش های محاسباتی به منظور ارزیابی میزان کارایی مدل تاب آور و همچنین مقایسه ی راهبردهای مختلف کاهش ریسک اختلال انجام شده است. نتایج حاکی از آن است که عرضه ی محصول و سود زنجیره ی تامین تاب آور به ترتیب ۱۳ و ۹ درصد بیشتر از زنجیره ی غیرتاب آور است. همچنین راهبرد تشکیل اتحادیه در بهبود عرضه ی محصول زنجیره ی تامین، تاثیر بیشتری از دو راهبرد دیگر دارد.

هوانگ و همکاران (۲۰۱۲)، یک زنجیره تامین دو سطحی را در نظر گرفته است و در حالت بدون اختلال مدل پویایی سیستم مرتبط با زنجیره را ارائه می دهد. در مرحله دوم، نویسندگان در تلاشند با فرض اختلال، تامین کننده پشتیبان نقش خود را ایفا کند و تامین از طریق تامین کننده پشتیبان انجام پذیرد. این مسیر به صورت مختصر و خلاصه ارائه شده و اثبات شده است که تغییرات پاسخگویی تقاضا در مدل پویایی سیستم کاهش می یابد. محققان از جنبه های مختلف و روش های حل با رویکرد پیشگیرانه و واکنشی، اختلالات متمرکز بر بخش های زنجیره تامین را بررسی کردند. استراتژی های پیشگیرانه شامل تامین کننده پشتیبان، ظرفیت بافر، محلی سازی زنجیره تامین و تقسیم بندی، انعطاف پذیری در فرایند و تولید، همکاری و قراردادهای منعطف را شامل می شوند (آگیلا و المراعی، ۲۰۱۸). در زمینه استراتژی های واکنشی می توان به مواردی چون سازگاری در فرایند و محصول و سازگاری کلیه اجزای زنجیره تامین اشاره نمود. البته این سیاست ها با توجه به شدت و حدت اختلال ها به کار گرفته می شوند (هوانگ و همکاران، ۲۰۱۲).

با توجه به پژوهش های انجام شده در رابطه با اختلال و تاب آوری زنجیره تامین در ادامه بخشی از منابع و مطالعات داخلی و خارجی در جدول (۱) اشاره شده است.

جدول ۱. پیشینه تحقیق

نویسنده	موضوع	یافته های پژوهش
دیکسیتپ و همکاران (۲۰۲۰)	ارزیابی تاب آوری شبکه زنجیره تامین با رویکرد شبیه سازی	شرکتی که کمترین تراکم و تمرکز و بیشترین اتصال و اندازه شبکه را دارد، دارای بالاترین تاب آوری است
حسینی و همکاران (۲۰۲۰)	تاب آوری زنجیره تامین (SCR) رادر یک سیستم باز	نظریه سیستم ها و میتواند به گسترش پژوهش های پیشرفته برای توصیف تاب آوری زنجیره تامین بر اساس مفهوم

متعادل کردن آسیب پذیری و قابلیت بازیابی در طول زمان کمک کند		
به جای اینکه تاب‌آوری به عنوان یک سپر منفعل برای محافظت در برابر حوادث نادر و شدید باشد، به ادغام چارچوبهای موجود شامل زنجیره تأمین پایدار، زنجیره تأمین قابل پیکربندی مجدد و زنجیره تأمین نیازمند به قطعیت کم پرداخت	ارایه چارچوبی برای تاب‌آوری و بهره‌برداری از توانمندی های تاب‌آوری برای خلق ارزش	ایوانو (۲۰۲۱)
زنجیره تأمین لیتیوم تحت تأثیر حاملان جدید انرژی تاب‌آوری کمتری دارد؛ علاوه بر این، تاب‌آوری زنجیره تأمین لیتیوم در معرض خطر قطع عرضه کوتاه مدت خوب است؛ اما در صورت قطع عرضه به صورت طولانی مدت بدتر است.	ارزیابی تاب‌آوری زنجیره تأمین با استفاده از روش مدلسازی پویایی سیستم‌ها	شائو و جین (۲۰۲۰)
بهترین استراتژی برای کاهش خطرات مرتبط با کووید-۱۹ در صنعت خودرو، توسعه منابع عرضه محلی و استفاده از فناوری‌های پیشرفته صنعت است و همکاری بین ذینفعان زنجیره تأمین برای غلبه بر چالش‌های ناشی از ویروس کرونا در استفاده از فناوری‌های دیجیتال مورد نیاز است	تأثیر شیوع ویروس کرونا بر زنجیره تأمین خودرو و خطوط هوایی	بله‌ادی و همکاران (۲۰۲۱)
شناسایی، ارزیابی و کنترل ریسک در شیوه‌های مدیریت ریسک زنجیره تأمین نقش مهمی در افزایش استواری و تاب‌آوری در سیستم زنجیره تأمین ایفا می‌کند	تجزیه و تحلیل چالش‌های نوظهور در اختلال زنجیره تأمین به دلیل کرونا	عبدالله و همکارانش (۲۰۲۲)
روش معرفی شده برای ایجاد نقشه راه شامل مراحل مختلفی از جمله اکتشاف زنجیره تأمین، برنامه ریزی سناریو، تجزیه و تحلیل سیستم، تعریف استراتژی‌ها و نظارت بر سیگنال است	بررسی اختلالات تاب‌آوری زنجیره تأمین	البورز- آگویلا و همکاران (۲۰۲۱)
سرمایه‌گذاری پیشگیرانه انعطاف‌پذیری در یک سیستم حفاظتی و افزایش انعطاف‌پذیری به SC اجازه می‌دهد تا دوره اختلال را با افزایش محدود هزینه‌های ساخت شبکه و ظرفیت مازاد مدیریت کند	افزایش انعطاف پذیری زنجیره تأمین از طریق تخصیص کارآمد افزونگی: یک مدل ریسک‌گریز	ریکاردو و همکاران (۲۰۲۱)
نقش واسطه‌ای روش‌های مدیریت ریسک زنجیره تأمین در تقویت تاب‌آوری و مقاومت زنجیره تأمین را نشان می‌دهد.	بررسی کاهش اثرات اختلالات بر تاب‌آوری و مقاومت زنجیره تأمین در زمینه شیوع کووید-۱۹	الباز و رول (۲۰۲۱)

اختلالات در پایین‌دست اتفاق می‌افتد و نسبت به اختلالات سطوح بالا دست بر عملکرد زنجیره‌تأمین تأثیرات بیشتری دارند.	مدل پویایی سیستم برای ارزیابی اختلالات زنجیره تامین	آگویلا و المغربی (۲۰۲۰)
نشان دادند که ظرفیت، نقش مهمی را در حداقل رساندن جریان بازگشت (لجستیک معکوس) دارد	ترکیبی از مدل برنامه‌ریزی خطی و مدل پویایی سیستم‌ها برای پیکربندی مجدد در یک زنجیره تأمین	ایوانف، پولوف، پولوف و سوکولوف (۲۰۱۷)
به اشتراک‌گذاری اطلاعات به بهبود انعطاف‌پذیری زنجیره‌تأمین کمک می‌کند	تحلیل ارزش اشتراک‌گذاری اطلاعات هنگام مواجهه اختلال در یک زنجیره‌تأمین سه سطحی	لی و همکاران (۲۰۱۷)
عواملی مانند کنترل فرایندها، بهبود کیفیت و همچنین وجود یک سیستم مناسب خرید و تدارکات، مدیریت روابط با تأمین‌کنندگان، وجود یک سیستم مناسب حمل و نقل و وجود تکنولوژی و فناوری اطلاعات از سایر عوامل مؤثر محسوب می‌شوند که، اقدامات منابع انسانی در پیاده‌سازی این عوامل نقش مهمی را ایفا می‌کند	بررسی مدیریت تاب‌آور زنجیره تأمین و تأثیرش بر عملکرد پایدار زنجیره تأمین	شیشه بری (۱۴۰۲)
فرهنگ سازمانی تأثیر مثبت و معناداری بر عملکرد زنجیره تامین دارد و تاب‌آوری و چابکی زنجیره تامین نقش واسطه‌ای معنادار را در تأثیر فرهنگ سازمانی بر عملکرد زنجیره تامین ایفا می‌کنند	تأثیر فرهنگ سازمانی بر عملکرد زنجیره تامین با در نظر گرفتن نقش میانجی تاب‌آوری و چابکی زنجیره تامین	بختیاری (۱۴۰۲)
اولویت عامل های تاب‌آوری زنجیره تأمین با تأکید بر نوآوری بازنشان داد که متغیر چابکی در رتبه اول و متغیر نوآوری باز در رتبه دهم قرار دارد	طراحی مدل تاب‌آوری زنجیره تأمین با تأکید بر نوآوری باز در سازمان صنعت، معدن و تجارت استان آذربایجان شرقی	روح پرو و همکاران (۱۴۰۱)
عامل مدیریت محیطی دارای بیشترین اثر گذاری و عوامل انعطاف‌پذیری در زنجیره تامین، مدیریت تامین کنندگان، هماهنگی و همکاری در زنجیره تامین و مدیریت موجودی دارای بیشترین اثرپذیری بودند	طراحی مدل مفهومی از عوامل کلیدی موفقیت در زنجیره تامین گردشگری سلامت به منظور بهبود تاب‌آوری	مزروعی نصرآبادی و محمدی پور (۱۴۰۱)
یافته‌ها نشان داد که مازاد تولید صنایع سیمان، هیچ تأثیری بر تاب‌آوری شبکه زنجیره تامین ندارد. همچنین، میزان هزینه انتشار دی‌اکسیدکربن در حالت مازاد تولید، از حالت عدم مازاد تولید کمتر است.	ارایه مدل بهینه سازی چند هدفه جهت طراحی شبکه زنجیره تامین سبز تاب‌آور در صنایع سیمان	موسوی و همکاران (۱۴۰۰)

سیبویه و همکاران (۱۴۰۰)	مدل احتمالی مبتنی بر سناریو دومرحله‌ای استوار با در نظر گرفتن دو اختلال در زنجیره تامین چندسطحی خون	می‌توان با استفاده از راهبردهای تاب‌آوری افزونگی، بهبود انعطاف‌پذیری و گسترش مسئولیت اجتماعی، زنجیره تامین خون را تاب‌آور ساخت و کمبود را در هنگام مواجهه با اختلال‌ها کاهش داد
-------------------------	---	---

شکاف تحقیقاتی و نوآوری تحقیق

نظر به توضیحات فوق و تحقیقات مشابه، در همه تحقیقات پیشین، زنجیره‌تأمین به عنوان مجموعه تحت تاثیر اختلال، فرض شده و همه راهکارها تحت عنوان قابلیت‌های خارجی، به زنجیره‌تأمین افزوده شده است. اما پژوهش حاضر، در مرحله اول با نگاه تفکیکی به مشکلات زنجیره‌تأمین، ابتدا اختلال‌ها را به عنوان محرک‌ها، آسیب‌پذیری زنجیره‌تأمین به عنوان ضعف‌های درونی زنجیره‌تأمین را استخراج کرده سپس با تأمل در ادبیات پیشین راهکارهای زنجیره‌تأمین را به عنوان توانمندسازها پیشنهاد داده است. در مرحله دوم روابط درونی و علی و معلولی اختلال‌ها نسبت به زنجیره‌تأمین پوشاک عملیاتی به عنوان نمونه مطالعاتی با مدل تفسیری ساختاری احصا شده است و سپس با توجه به رویکرد کمی ارتباط سه بخش محرک‌ها، آسیب‌پذیری و توانمندسازهای زنجیره‌تأمین با استفاده از مدل معادلات ساختاری اهمیت هریک و میزان اثرگذاری مولفه‌ها با زنجیره‌تأمین بدست خواهد آمد که در پژوهش برزگر و همکاران (۱۴۰۱) ارایه شده و در این تحقیق بر مبنای این خروجی، کارآمدی راهکار منتخب با مدل پویایی سیستم در طول زمان با اختلال در حوزه‌تأمین بررسی می‌گردد. به نظر می‌رسد تحلیلی جامع و کاربردی که از ابتدا تا انتها در یک پژوهش جمع شده باشد در تحقیقات مشابه یافت نمی‌شود.

روش‌شناسی پژوهش

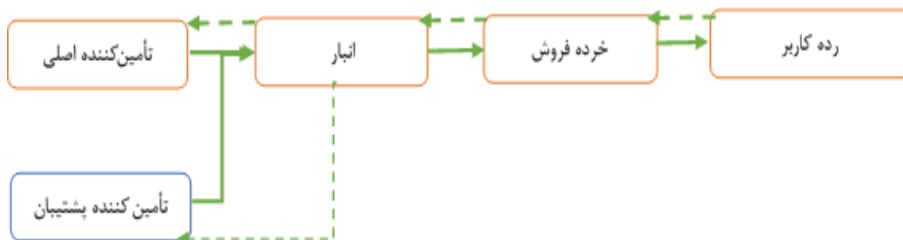
تحقیق حاضر از نوع تحقیقات کیفی و کمی است. اطلاعات مورد نیاز این پژوهش از طریق مطالعات کتابخانه‌ای (بررسی کتب و اسناد و پایان‌نامه‌ها و مقالات موجود) و نظرات کارشناسان امر و کسانی که به‌طور مستقیم با زنجیره‌تأمین پوشاک عملیاتی در ارتباط است به دست آمده است. این تحقیق مبتنی بر پویایی سیستم است. این تحقیق دو هدف توصیف مسأله و حل مسأله را دنبال می‌کند. بدین صورت که در مرحله اول مبتنی بر واکاوی مقالات پیشین و نظرات کارشناسان امر، هدف توصیف مسأله را محقق کرده و در مرحله دوم به واسطه مدل‌های پویایی سیستم، حل مسأله را دنبال می‌کند. دراین تحقیق و پژوهش یکی از راهکارها را در چارچوب زمان و در حالت علی و معلولی در مدل پویایی سیستم مورد آزمایش قرار می‌گیرد. برای انجام این کار، ابتدا مدل علی و معلولی ارائه سپس

اعتبار سنجی می‌شود و در نهایت در دو حالت «تأمین‌کننده پشتیبان» و «بدون تأمین‌کننده پشتیبان» ارزیابی و مقایسه می‌شود.

با اجرای مدل‌سازی معادلات ساختاری این موضوع که در پژوهش برزگر و همکاران (۱۴۰۱) ارایه شده، جمع‌بندی اولیه از ارتباطات درونی و بیرونی اختلال‌ها و راهکارهای پیرامون آن ارائه شد. حال برای آزمون راهکار در طول زمان، تصمیم بر این است که یکی از راهکارها در مدل پویایی سیستم در زمان رویداد اختلال راستی آزمایی شود. در میان راهکارهای توانمندساز، تأمین‌کننده پشتیبان انتخاب می‌شود و با توجه به مفروضات، این راهکار در زمان اختلال در مدل پویایی سیستم راستی آزمایی می‌شود. خاطرنشان می‌گردد یکی از جدی‌ترین موارد آسیب‌پذیری، «وابستگی به تعداد محدودی تأمین‌کننده» بود و یکی از رویدادهای موثر اختلال، «عدم تولید در تأمین‌کننده» بود که این دو موضوع به همراه راهکار توانمندساز، در مدل پویایی سیستم در نظر گرفته می‌شود. در ادامه مراحل اجرای مدل پویایی سیستم مرور می‌شود.

توصیف مدل زنجیره تامین:

زنجیره تأمین مورد بررسی دارای سه سطح خرده‌فروش، انبار و تأمین‌کننده در حالت عادی است و در زمان رویداد اختلال (برای تأمین‌کننده اصلی)، انبار (که در سطح دوم است)، کالای خود را از تأمین‌کننده پشتیبان نیز تأمین می‌کند. برای عدم پیچیدگی مدل، برخی فرض‌ها به این زنجیره تأمین افزوده شده است که در ذیل بدان پرداخته می‌شود. در شکل (۱) به جزئیات زنجیره تأمین ترسیم شده است:



شکل ۱. نمای کلی زنجیره تأمین مسأله

مفروضات مدل ما عبارتند از:

- تقاضا در سطح خرده فروش توسط یک توزیع نرمال تعیین می‌شود.
- هیچ محدودیتی در ظرفیت تولید تأمین‌کننده اصلی وجود ندارد، اما در بازه زمانی اختلال، تأمین‌کننده اصلی نمی‌تواند محصولی را تولید کند، در حالی که نسخه پشتیبان تأمین‌کننده قابل اعتماد است ولی هزینه تأمین آن بیشتر از حالت عادی است.

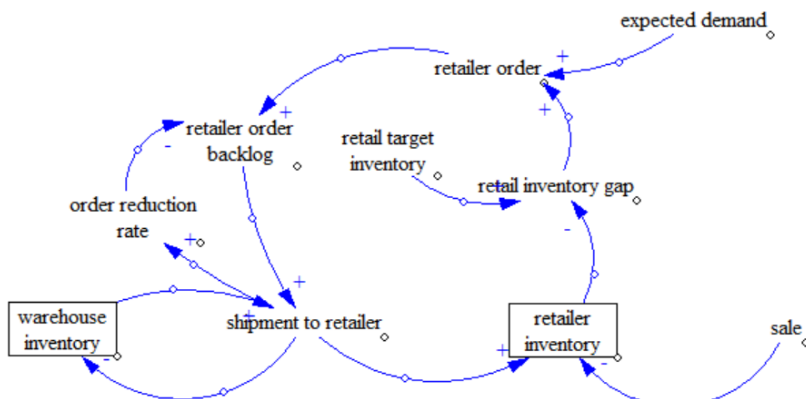
- زمان تحویل عرضه ثابت فرض می‌شود.
- تامین‌کننده مواد اولیه را از منبع خارجی سفارش داده و دریافت می‌کند.
- از دو شاخص برای توصیف عملکرد هر سیستم استفاده می‌گردد: تقاضای برآورده نشده در زمان مناسب مشتری و سود سازمان.

در رابطه با ارائه فرضیه دینامیکی باید بیان نمود که هر مدل پویایی سیستم دارای فرضیه‌های دینامیکی است. در این مدل نیز یک فرضیه دینامیکی مطرح است که با اجرای مدل بررسی می‌شود. در این فرضیه ارائه راهکار توانمندساز «تأمین‌کننده پشتیبان» در زنجیره تأمین راستی آزمایی می‌شود به تعبیر دیگر، در صورت وقوع رویداد اختلال در زنجیره تأمین، آسیب‌پذیری و اثر اختلال در زنجیره تأمین با وجود تأمین‌کننده پشتیبان کمتر از حالت عادی زنجیره تأمین خواهد بود.

یافته‌های پژوهش

نمودار علت و معلولی زنجیره تأمین

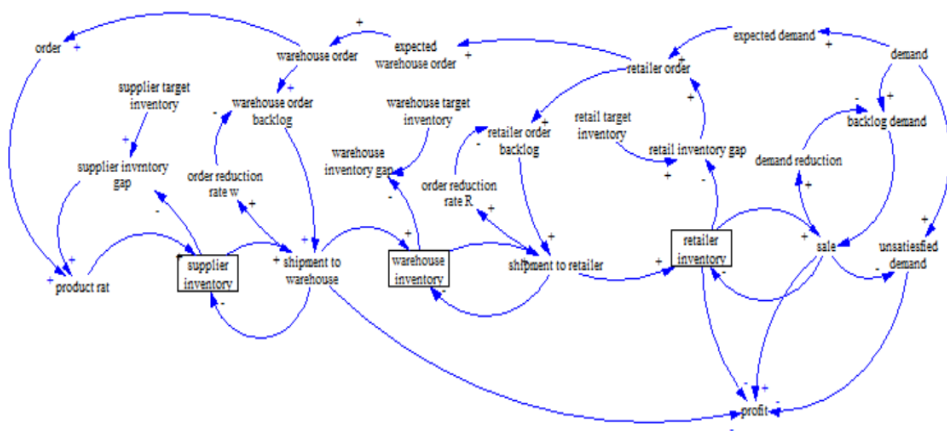
پس از ارائه فرضیه دینامیکی، مدل علی معلولی زنجیره تأمین ارائه می‌شود. در این بخش، ابتدا حلقه علی معلولی میان دو بخش خرده فروش و انبار ارائه می‌شود، سپس مدل علی معلولی زنجیره به صورت کامل ارائه می‌شود. در شکل (۲) حلقه علی معلولی میان دو بخش زنجیره نمایش داده شده است.



شکل ۲. حلقه علی معلولی میان خرده فروش و انبار

در شکل فوق، انتقال کالا از انبار باعث کاهش موجودی انبار و افزایش موجودی خرده فروش می‌شود، فروش کالا باعث کاهش موجودی خرده فروش می‌شود و کاهش موجودی خرده فروش،

فاصله با موجودی هدف را می‌کاهد، این اختلاف سبب افزایش سفارش خرده فروش از انبار می‌شود، با افزایش سفارش، انتقال کالا از انبار افزایش می‌یابد. این حلقه منفی بخشی از زنجیره تأمین است که در مدل وجود دارد. در ۳ مدل علی-معلولی زنجیره تأمین در سه سطح خرده فروش، انبار و تأمین‌کننده اصلی نمایش داده می‌شود:



شکل ۳. حلقه علی معلولی زنجیره تأمین

در شکل فوق، همان ساختار فوق برای انبار و به نوعی دیگر برای تأمین‌کننده تکرار می‌شود و سود سازمان حاصل سود فروش و کسر هزینه‌های نگهداری و عدم تأمین به‌موقع تقاضا خواهد بود.

معرفی متغیرهای مدل

برای تبدیل مدل علی معلولی به مدل نرخ و حالت، ابتدا معادلات و برآورد پارامترها در حالت عادی ارائه می‌شود سپس معادلات و پارامترهای مرتبط با ایجاد اختلال و تأمین‌کننده پشتیبان در زنجیره تأمین به صورت جداگانه در بخش بعدی ارائه می‌شود. در جدول (۱) برخی پارامترها مرتبط با مدل ارائه می‌شود.

جدول ۱: معرفی پارامترها در حالت عادی

پارامتر	میزان	توضیحات
supplier target inventory	۱۰	موجودی ایده‌آل تأمین‌کننده (واحد)
warehouse target inventory	۱۰	موجودی ایده‌آل انبار (واحد)
retailer target inventory	۵	موجودی ایده‌آل خرده فروش (واحد)
wh to re goods adjust time	۴	زمان انتقال سفارش کالا از خرده فروش تا انبار (روز)
s to wh goods adjust time	۴	زمان انتقال سفارش کالا از انبار تا تأمین‌کننده (روز)

p	۳۰	قیمت فروش کالا (دلار)
cu	۱۲	هزینه عدم تأمین به موقع تقاضا (دلار)
hb	۲	هزینه نگهداری (دلار)
W^1	۶	هزینه خرید از تأمین‌کننده (دلار)

در جدول (۲) و جدول (۳) برخی متغیرها معرفی و معادلات مرتبط با آنان در جداول درج شده‌است.

جدول ۲: معرفی متغیرهای حالت در حالت عادی

متغیر	معادله	توضیحات
supplier inventory	$\int \text{product rate} - \text{shipment to warehouse}$	میزان موجودی تأمین‌کننده
warehouse inventory	$\int \text{shipment to warehouse} - \text{shipment to retailer}$	میزان موجودی انبار
retailer inventory	$\int \text{shipment to retailer} - \text{sales}$	میزان موجودی خرده‌فروش
warehouse order backlog	$\int \text{warehouse order} - \text{reduction rate}$	سفارش عقب افتاده انبار
retailer order backlog	$\int \text{retailer order} - \text{reduction rat}$	سفارش عقب افتاده خرده‌فروش
demand backlog	$\int \text{rdemand} - \text{reduction rat}$	تقاضای عقب افتاده

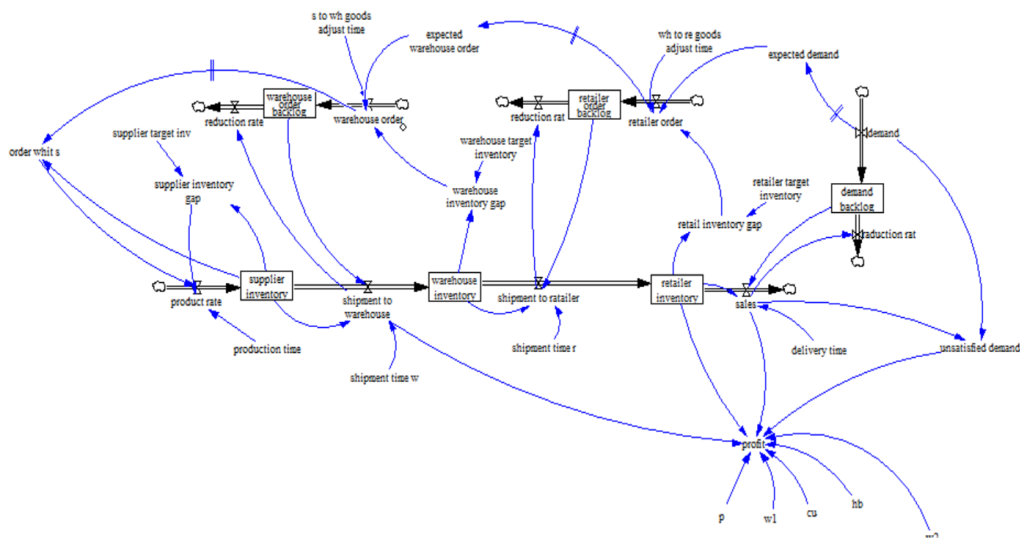
جدول ۳: معرفی متغیرهای نرخ در حالت عادی

متغیر	معادله	توضیحات
profit	$p * \text{sales} - hb * \text{retailer inventory} - w^1 * \text{shipment to warehouse} - cu * \text{unsatisfied demand}$	سود
unsatisfied demand	$\text{Max}(\text{demand} - \text{sales}, 0)$	میزان تقاضای پاسخ داده نشده در زمان
demand	$(Y * \text{RANDOM NORMAL}, 0.5, 10, 20, 0)$	تقاضا براساس تابع نرمال
retailer order	$(\text{retail inventory gap} / \text{wh to re goods a djust time}) + \text{expected demand}$	سفارش خرده‌فروش
warehouse order	$(\text{warehouse inventory gap} / \text{s to wh goods a djust time}) + \text{expected warehouse order}$	سفارش انبار

product rate	supplier order + supplier inventory gap/production time	نرخ تولید
shipment to warehouse	$\text{MIN}(\text{warehouse order backlog}, \text{supplier inventory}/\text{shipment time } w)$	میزان کالای انتقال داده شده به انبار
shipment to retailer	$\text{MIN}(\text{retailer order backlog}, \text{warehouse inventory}/\text{shipment time } r)$	میزان کالای انتقال داده شده به خرده فروش
sales	$\text{MIN}(\text{retailer inventory}/\text{delivery time}, \text{demand backlog})$	فروش به رده کاربر
retail inventory gap	$\text{max}(\text{retailer target inventory} - \text{retailer inventory}, 0)$	تفاوت موجودی لحظه‌ای و ایده‌آل در خرده‌فروش
warehouse inventory gap	$\text{max}(\text{warehouse target inventory} - \text{warehouse inventory}, 0)$	تفاوت موجودی لحظه‌ای و ایده‌آل در انبار
supplier inventory gap	$\text{max}(\text{supplier target inv} - \text{supplier inventory}, 0)$	تفاوت موجودی لحظه‌ای و ایده‌آل در تأمین کننده

نمودار نرخ و حالت

در این بخش ابتدا مدل نرخ حالت بدون اختلال و تأمین کننده پشتیبان ارائه می‌شود سپس تغییرات مرتبط در مدل نرخ و حالت به همراه معادلات ارائه می‌شود. در شکل (۴) مدل نرخ و حالت زنجیره تأمین در حالت عادی به نمایش گذاشته شده‌است.



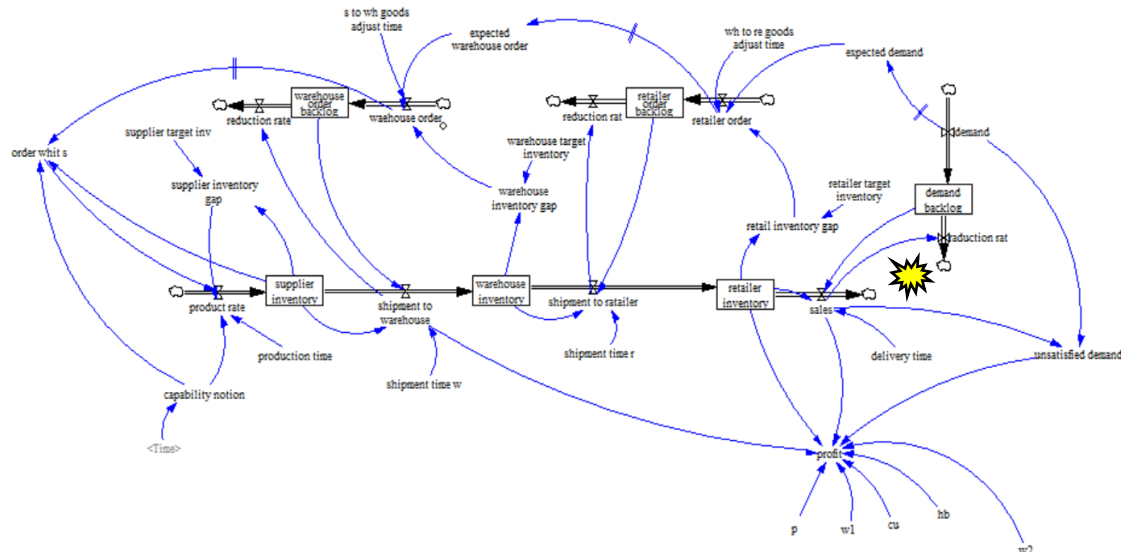
شکل ۴. مدل نرخ و حالت زنجیره تأمین بدون اختلال

اما برای افزودن رویداد اختلال به مدل، متغیر کمکی با عنوان «Time» تشکیل داده و به کمک این متغیر در بازه زمانی خاص، امکان تأمین از تأمین‌کننده اصلی وجود ندارد و خرده فروش برای تأمین تقاضا از موجودی استفاده می‌کند. متغیر «capability notion» با صفر شدن، اجازه تولید در بخش تأمین را نمی‌دهد و با یک شدن، تولید تداوم پیدا می‌کند. بنابراین معادلات به صورت زیر تغییر می‌کند.

$$\text{Product rate} = \text{order wh} + \text{supplier inventory gap} / (\text{production time} * \text{capability notion}) \quad \text{معادله (۱)}$$

$$\text{capability notion} = \text{IF THEN ELSE} (Time \geq 20 : \text{AND} : Time \leq 35, 0, 1) \quad \text{معادله (۲)}$$

بنابراین مدل نرخ و حالت برای ایجاد اختلال در بازه زمانی خاص به شکل (۵) تغییر می‌کند.



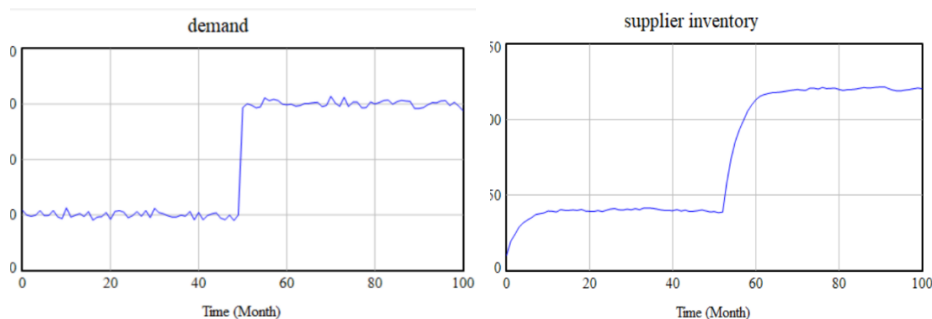
شکل ۵. مدل نرخ و حالت زنجیره تأمین با در نظر گرفتن اختلال

اعتبارسنجی مدل

پس از شبیه سازی مدل های پویایی شناسی سیستم ها (و پیش از سناریوسازی و اتکا به نتایج آن) می بایست مدل اعتبارسنجی شود. از دو روش برای اعتبارسنجی ۱ مدل در این پژوهش بهره گرفته شده است:

۱- تحلیل حساسیت^۲: در این روش بررسی می شود که با تغییر در پارامترها، مرزها و بازه های زمانی، آیا تغییرات قابل توجهی در مقادیر عددی، رفتار و سیاست های حاصله مشاهده می شود یا خیر؟

برای انجام این اقدام، از تابع STEP استفاده شده است. با استفاده از این تابع، از زمان ۵۰ شبیه سازی، میزان تقاضا بیست واحد افزایش می یابد. پس از آن میزان موجودی ارزیابی شد که نتایج حاصل در شکل (۶) نشان می دهد که میزان موجودی در حد انتظار افزایش یافت. لذا مدل در اعتبارسنجی با روش تحلیل حساسیت تأیید شد.



شکل ۶. ارزیابی متغیر موجودی تأمین کننده در نتیجه افزایش تقاضا

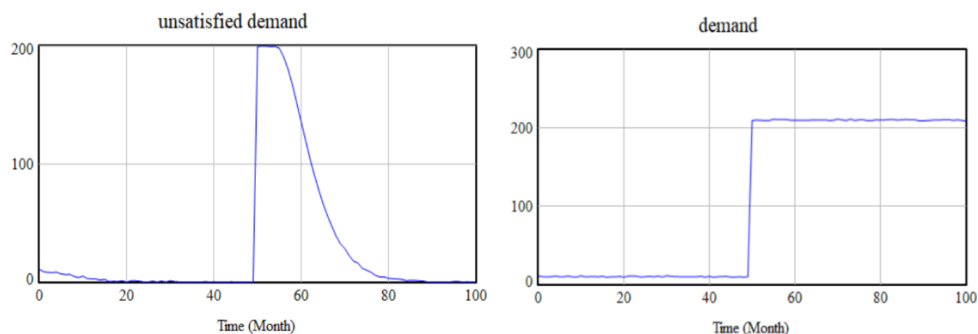
۲- آزمون رفتار حدی^۳: در این آزمون، مدل در شرایط سخت قرار می گیرد تا مشخص شود که رفتار آن چگونه است. در حقیقت هدف این روش این است که با تغییر زیاد در پارامترهای مدل، مدل رفتار عجیب از خود نشان ندهد یا دچار خطا نشود.

برای آزمون رفتار حدی، میزان تقاضا به یک باره، ۲۰۰ واحد افزایش داده شد. در طی این افزایش یک باره، مدل ابتدا با تقاضای پاسخ داده نشده جدی روبرو می شود ولی پس از آن به مرور به تعادل می رسد این رفتار در شکل (۷) نمایش داده شده است و در نتیجه مدل دچار خطا نشد.

^۱Model validation

^۲Sensitivity Analysis

^۳Extreme Condition Test



شکل ۷. ارزیابی مدل در حالت افزایش یکباره تقاضا

جمع بندی از نتایج دو آزمون اعتبارسنجی نشان می دهد که مدل اشکال و ایراد جدی در شبیه سازی زنجیره تأمین ندارد.

ارزیابی راهکار تأمین کننده پشتیبان در مدل

حال با تأیید مدل، سیاست تأمین کننده پشتیبان در زمان اختلال ارزیابی می شود. برای اجرای این سیاست ابتدا متغیرهای مرتبط و معادلات آن تعریف می شود. لازم به ذکر است پیش از این راجع به ایجاد رویداد اختلال اشاره شد و معادلات تأمین کننده پشتیبان در شرایط اختلال زنجیره تأمین افزوده می شود. معادلات مرتبط با تأمین کننده پشتیبان به شرح ذیل است:

جدول ۴: معرفی متغیر حالت تأمین کننده پشتیبان

متغیر	معادله	توضیحات
supplier inventory _۲	$\int \text{product rate } ۲ - \text{shipment to warehouse } ۲$	میزان موجودی تأمین کننده پشتیبان

جدول ۵: معرفی متغیرهای نرخ تأمین کننده پشتیبان

متغیر	معادله	توضیحات
shipment to warehouse _۲	$\text{MIN}(\text{supplier inventory } ۲ / \text{shipment time } w, \text{ order with } s \ ۲)$	میزان کالای انتقال داده شده به انبار از تأمین کننده پشتیبان
product rate _۲	order with $s \ ۲$	نرخ تولید تأمین کننده پشتیبان
order with $s \ ۲$	warehouse order-order whit s	میزان سفارش تأمین کننده پشتیبان

اما برخی معادلات مدل نیز برای انتقال سفارش انبار به تأمین کننده پشتیبان در زمان اختلال نیز تغییر می کند که در معادله (۳) ارائه شده است و کالای تولیدی تأمین کننده پشتیبان نیز به انبار منتقل می شود، مرتبط با این رویه نیز معادله (۴) ارائه شده است.

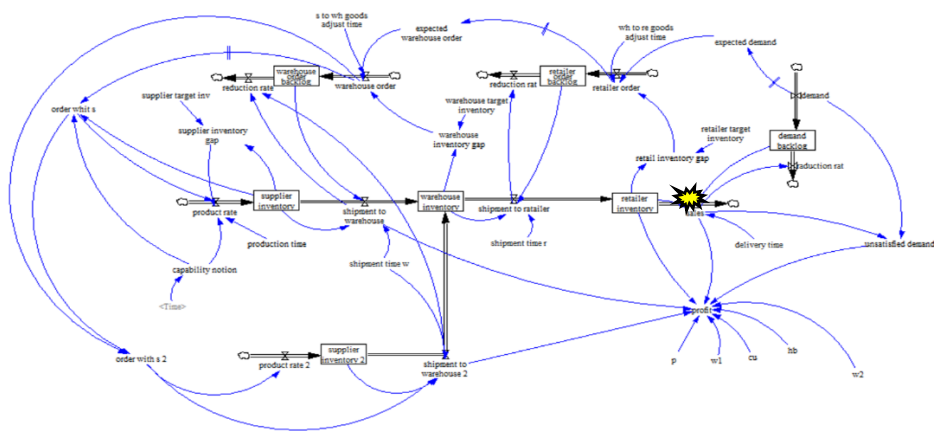
$$\text{order_whit } s = \text{IF THEN ELSE}(\text{capability_notion} = \cdot, \max(\text{warehouse_order}, \text{supplier_inventory}), \text{warehouse_order}) \quad \text{معادله (۳)}$$

$$\begin{aligned} \text{warehouse_inventory} &= \int \text{shipment to warehouse} \\ &+ \text{shipment to warehouse } 2 \\ &- \text{shipment to retailer} \end{aligned} \quad \text{معادله (۴)}$$

لازم است ذکر شود که برای ایجاد اختلال در زنجیره تأمین پیش از این جزئیات مرتبط در معادله (۲) اشاره شد و هزینه خرید کالا از تأمین کننده پشتیبان با تأمین کننده نیز در سود خرده فروش لحاظ می شود که در معادله (۵) سود افزوده می شود.

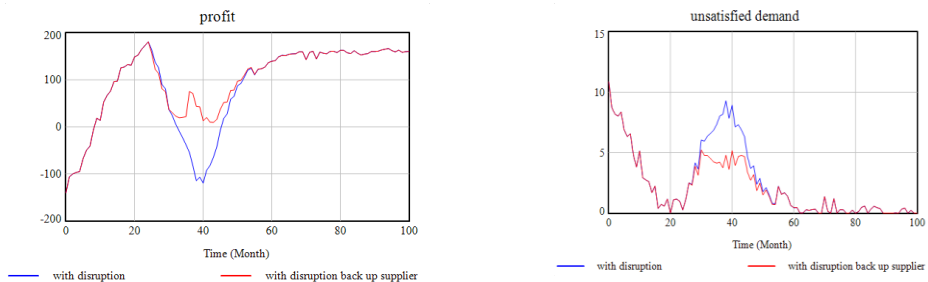
$$\begin{aligned} \text{profit} &= p * \text{sales} - hb * \text{retailer_inventory} - w1 \\ &* \text{shipment to warehouse} - cu \\ &* \text{unsatisfied_demand} - w2 \\ &* \text{shipment to warehouse } 2 \end{aligned} \quad \text{معادله (۵)}$$

حال با ارائه معادلات مرتبط با تأمین کننده پشتیبان، روابط متغیرهای نرخ و حالت شفاف شده است و می توان کلیت مدل مرتبط با مدل نرخ و حالت را ارائه کرد، در شکل (۸) مدل زنجیره تأمین به نمایش گذاشته می شود.



شکل ۸. مدل نرخ و حالت زنجیره تأمین با تأمین کننده پشتیبان

حال مدل را در دو حالت بدون تأمین‌کننده پشتیبان و با تأمین‌کننده پشتیبان در حالت اختلال ارزیابی می‌شود، و نتایج هر دو مدل مقایسه می‌شود تا سیاست تأمین‌کننده پشتیبان راستی آزمایی شود. دو مؤلفه میزان سود خرده فروش و تقاضای پاسخ داده شده در زمان اختلال با یکدیگر مقایسه می‌شود. نتایج اجرای مدل در شکل (۹) و شکل (۱۰) به نمایش گذاشته شده است:



شکل ۹. مقایسه وضعیت تقاضای پاسخ داده نشده در مدل / شکل ۱۰. مقایسه وضعیت سود خرده فروش در مدل

همانطور که در شکل فوق مشخص است در حالت اختلال، زمانی که زنجیره تأمین به یک تأمین‌کننده پشتیبان دسترسی دارد، می‌تواند انتفاع بیشتری داشته باشد و وضعیت پاسخگویی به تقاضا نیز بهتر اقدام کند و در نتیجه اختلاف تقاضای پاسخ داده شده در شرایط با حضور تأمین‌کننده پشتیبان به ۵ واحد کالا در شرایط اختلال می‌رسد و این اختلاف در سوددهی به ۱۸۰ دلار در زمان اختلال نیز می‌رسد.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق به منظور بهبود اختلال‌های زنجیره تأمین پوشاک عملیاتی یک مدل شبیه‌سازی شده زنجیره تأمین بر اساس روش پویایی سیستم و با استفاده از نرم‌افزار Vensim توسعه داده شده است. نتایج اجرای مدل شبیه‌سازی شده نشان می‌دهد که در حالت اختلال، زمانی که زنجیره تأمین به یک تأمین‌کننده پشتیبان دسترسی دارد، می‌تواند انتفاع بیشتری داشته باشد و وضعیت پاسخگویی به تقاضا نیز بهتر اقدام کند، در واقع زمان بازگشت مدل به شرایط عادی و بدون اختلال زودتر و با هزینه کمتر امکان‌پذیر است.

پیشنهاد‌های تحقیقات آتی

توسعه شبکه زنجیره تأمین پوشاک با دو رویکرد مدل‌سازی پویایی سیستم‌ها از مباحث کاربردی در زمینه زنجیره تأمین است. به همین دلیل فرصت‌های مطالعاتی بسیاری در این حوزه وجود دارد که

می تواند مورد توجه پژوهشگران قرار گیرد. در این قسمت برای جامعیت بخشیدن به تحقیق پیشنهادهای زیر توصیه می شود:

- ارائه مدل پویایی سیستم با در نظر گرفتن لجستیک معکوس در زنجیره تامین
- به کارگیری همزمان چند راهکار در زنجیره تامین در مدل پویایی سیستم و ایجاد اختلال در بخش تقاضا

منابع

- برزگر، حامد، حسن پور، حسد پینعلی، علیاری، شهرام، غفاری توران، حسین، حسن نژاد، جعفر، تحلیل اختلال های زنجیره تامین پوشاک نیروهای عملیاتی یک سازمان نظامی-انتظامی با استفاده از مدلسازی معادلات ساختاری، نشریه علمی اندیشه آما، ۲۱(۱۸)، ۶۹-۱۴۵، ۱۴۰۱.
- بختیاری حسین، تاثیر فرهنگ سازمانی بر عملکرد زنجیره تامین؛ نقش میانجی تاب آوری و چابکی زنجیره تامین (مورد مطالعه: صنعت فولاد استان قم)، کنفرانس بین المللی پژوهش های مدیریت و علوم انسانی در ایران، ۱۴۰۲.
- جنگیزی، منصور، گلینی، احمد، رابطه بین قابلیت لجستیک و ریسک در تاب آوری زنجیره تامین حمل و نقل کالا با رویکرد تحلیل همبستگی کانونی، چشم انداز مدیریت صنعتی، سال یازدهم، شماره ۴۲، تابستان ۱۴۰۰، صص ۲۷۰-۲۴۷.
- حاجیان حیدری، مجتبی، میرزاعلیان، مائده، تحلیل تابآوری زنجیره تامین با در نظر گرفتن اختلال در صنعت سنگ طبیعی ساختمان با رویکرد شبیه سازی گسسته پیشامد، چشم انداز مدیریت صنعتی، سال دوازدهم، شماره ۴۸، زمستان ۱۴۰۱، صص ۹۷-۱۲۹.
- خادمی جلگه نژاد، افسانه، احمدی، کهن علی رضا، حیرانی، علی، عوامل موثر بر تاب آوری زنجیره تامین بیمارستان (مطالعه کیفی)، نشریه بیمارستان، ۲۰۱۹، ۱۸(۲)، ۶۱-۷۳.
- خلیلی، سیدمحمد، پویا، علیرضا، کاظمی، مصطفی، فکورثقیه، امیرمحمد، طراحی یک شبکه زنجیره تامین بنزین پایدار و تاب آور تحت شرایط عدم قطعیت اختلال (مطالعه موردی: شبکه زنجیره تامین بنزین استان خراسان رضوی)، مدیریت صنعتی، ۱۴۰۱، ۱۴(۱)، ۲۷-۷۹.
- رحیمی، اکبر، بوشهری، علیرضا، جعفریان، آرش، ارائه مدل تاب آوری زنجیره تامین در شرکت پنها، مطالعات مدیریت صنعتی، ۱۴۰۰، ۱۹(۶۳)، ۸۵-۱۲۴.
- رحیمی کلور، حسین، بررسی تأثیر جهت گیری کارآفرینانه بر تاب آوری زنجیره تامین با نقش میانجی ظرفیت جذب و تعدیل گری اقتصاد مقاومتی، نشریه علمی اندیشه آما، دوره بیست و یکم، شماره ۲۸ (پاییز ۱۴۰۱)، ۵۹-۸۰.
- رضانیا، آرین، موسی زاده محمد، طراحی شبکه تاب آور زنجیره تامین حلقه بسته میگو تحت شرایط عدم قطعیت؛ ارائه یک مدل سه هدفه پایدار، مدیریت زنجیره تامین، ۱۴۰۲، ۲۵(۷۹)، ۴۹-۶۶.

روح پرور، راضیه، پیوسته علی اکبر، قربانی علی، طراحی مدل تاب آوری زنجیره تامین با تاکید بر نوآوری باز در سازمان صنعت، معدن و تجارت استان آذربایجان شرقی، اندیشه‌آمد، ۱۴۰۱، ۲۱(۸۳)، ۲۳۶-۱۹۵

سیف برقی مهدی، بخشی زاده نسترن، بخشی زاده نسترن، یکپارچه سازی ارزیابی تامین کنندگان و طراحی زنجیره تامین حلقه بسته تاب آور و رتبه بندی بر اساس روش فازی-مورا-نقطه مرجع، مطالعات مدیریت صنعتی، ۱۴۰۱، ۲۰(۶۵)، ۳۷-۱.

سیبویه، علی، آذر، عادل، زندیه، مصطفی، ارائه مدل دومرحله‌ای احتمالی استوار برای طراحی زنجیره تامین خون تاب آور با درنظرگرفتن اختلال زلزله و بیماری واگیردار، مدیریت صنعتی، ۱۴۰۰، ۱۳(۴)، ۷۰۳-۶۶۴

شیشه‌بری، علیرضا، ارائه مدیریت تاب آور زنجیره تامین و تاثیر آن بر عملکرد پایدار زنجیره تامین با روش داده بنیاد، فصلنامه مطالعات مدیریت و توسعه پایدار، ۱۴۰۲، ۳(۱)، ۷۰-۴۹.

مزروعی نصرآبادی اسماعیل، محمدی پور الهام، طراحی مدل مفهومی عوامل کلیدی موفقیت در بهبود تاب آوری زنجیره تامین گردشگری سلامت: مطالعه موردی، مدیریت سلامت، ۱۴۰۱، ۱۵(۲)، ۲۵-۹.

موسوی مهسا، جمالی غلامرضا، قربان پور احمد، ارائه مدل بهینه سازی شبکه زنجیره تامین سبز تاب آور در صنایع سیمان، مدیریت صنعتی، ۱۴۰۰، ۱۳(۲)، ۲۴۵-۲۲۲.

یاوری محمد، عاقلان محسن، طراحی مجدد شبکه‌ی زنجیره‌ی تامین به منظور ایجاد قابلیت تاب آوری با معرفی راهبرد تشکیل اتحادیه، مهندسی صنایع و مدیریت (شریف ویژه علوم مهندسی)، ۱۳۹۸، ۳۵-۱(۲/۱)، ۱۳۹-۱۵۲.

Abdullah, K., Tauqir, T., Agha, M.H. and Khalid, R. (۲۰۲۲). Investigating role of risk mitigation strategies on supply chain disruption: Amidst COVID-۱۹ outbreak, ۲(۲), ۱-۲۸.

Aguila, J.O. and W. ElMaraghy, Simultaneous global supply chain and product architecture design considering natural hazard exposure and geographical facility location. *Procedia CIRP*, ۲۰۱۸, ۷۲: p. ۵۳۳-۵۳۸

Belhadi, A., Kamble, S., Jabbour, C. J. C., Gunasekaran, A., Ndubisi, N. O& ., Venkatesh, M. (۲۰۲۱). Manufacturing and service supply chain resilience to the COVID-۱۹ outbreak: Lessons learned from the automobile and airline industries. *Technological Forecasting and Social Change*, ۱۶۳, ۱۲۰۴۴۷.

Carvalho, H., Baroso, AP., Machado, VH., Azevedo, S. and Cruz-Machado, V. (۲۰۱۲). Supply chain redesign for resilience using simulation. *Computers & Industrial Engineering*, ۶۲(۱), ۳۲۹-۳۴۱.

Dixit, V., Verma, P., & Tiwari, M. K. (۲۰۲۰). Assessment of pre and post-disaster supply chain resilience based on network structural parameters with CVaR as a risk measure. *International Journal of Production Economics*, ۲۲۷, ۱۰۷۶۵۵.

El Baz, J. and Ruel, S. (۲۰۲۱). Can supply chain risk management practices mitigate the disruption impacts on supply chains' resilience and robustness? Evidence from an empirical survey in a COVID-۱۹ outbreak era. *International Journal of Production Economics*, ۲۳۳, ۱۰۷۹۷۲.

Hosseini, S., Ivanov, D., & Blackhurst, J. (۲۰۲۰). Conceptualization and measurement of supply chain resilience in an open-system context. *IEEE Transactions on Engineering Management*, ۶۹(۶), ۳۱۱۱-۳۱۲۶.

Hosseini, S., D. Ivanov, and A. Dolgui, Review of quantitative methods for supply chain resilience analysis. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, ۲۰۱۹, ۱۲۵: p. ۲۸۵-۳۰۷.

- Huang, M., et al, System dynamics modeling-based study of contingent sourcing under supply disruptions. *Systems Engineering Procedia*, ۲۰۱۲. ۴: p. ۲۹۰-۲۹۷
- Ivanov, D. (۲۰۲۱). Lean resilience: AURA (Active Usage of Resilience Assets) framework for post-COVID-۱۹ supply chain management. *The International Journal of Logistics Management*, ۳۳(۴), ۱۱۹۶-۱۲۱۷
- Ivanov, D., A. Dolgui, and B. Sokolov, Supply chain design with disruption considerations: Review of research streams on the ripple effect in the supply chain. *IFAC-PapersOnLine*, ۲۰۱۵. ۴۸(۳): p. ۱۷۰۰-۱۷۰۷
- Ivanov, D., Pavlov, A., Pavlov, D and Sokolov, B., Minimization of disruption-related return flows in the supply chain. *International Journal of Production Economics*, ۲۰۱۷. ۱۸۳: p. ۵۰۳-۵۱۳
- Ivanov, D., et al, Literature review on disruption recovery in the supply chain. *International Journal of Production Research*, ۲۰۱۷. ۵۵(۲۰): p. ۶۱۵۸-۶۱۷۴.
- Ivanov, D. and A. Dolgui, A digital supply chain twin for managing the disruption risks and resilience in the era of Industry ۴.۰. *Production Planning & Control*, ۲۰۲۰: p. ۱-۱۴.
- Ivanov, D., Viable supply chain model: integrating agility, resilience and sustainability perspectives—lessons from and thinking beyond the COVID-۱۹ pandemic. *Annals of Operations Research*, ۲۰۲۰: p. ۱.
- Karimi Zarchi, M., Mabodi, H., Fathi, M.R. and Khosravi, A. (۲۰۲۰). Providing Resilient Defense Supply Chain Model Using Structural-Interpretative Modeling. *Journal of Management Improvement*, ۱۴(۲), ۶۷-۹۱.
- Li, H., et al, Enhancement of supply chain resilience through inter-echelon information sharing. *Flexible Services and Manufacturing Journal*, ۲۰۱۷. ۲۹(۲): p. ۲۶۰-۲۸۵
- Mehrijoo, M. and Z.J. Pasek, Risk assessment for the supply chain of fast fashion apparel industry: a system dynamics framework. *International Journal of Production Research*, ۲۰۱۶. ۵۴(۱): p. ۲۸-۴۸
- Munir, M., Jajja, M.S.S., Chatha, K.A. and Farooq, S. (۲۰۲۰). Supply chain risk management and operational performance: The enabling role of supply chain integration. *International Journal of Production Economics*, ۲۲۷, ۱۰۷۶۶۷.
- Mehrijoo, M., & Pasek, Z. J. (۲۰۱۶). Risk assessment for the supply chain of fast fashion apparel industry: a system dynamics framework. *International Journal of Production Research*, ۵۴(۱), ۲۸-۴۸
- Majumdar, A., et al, Analysing the vulnerability of green clothing supply chains in South and Southeast Asia using fuzzy analytic hierarchy process. *International Journal of Production Research*, ۲۰۲۱. ۵۹(۳): p. ۷۵۲-۷۷۱.
- Majumdar, A., M. Shaw, and S.K. Sinha, COVID ۱۹-debunks the myth of socially sustainable supply chain: A case of the clothing industry in South Asian countries. *Sustainable Production and Consumption*, ۲۰۲۰. ۲۴, ۱۵۰-۱۵۵.
- Oliveres-Aguila, J. and W. ElMaraghy, System dynamics modelling for supply chain disruptions. *International Journal of Production Research*, ۲۰۲۰: p. ۱-۱۹
- Oliveres-Aguila, J. and Vital-Soto, A. (۲۰۲۱). Supply Chain Resilience Roadmaps for Major Disruptions. *Logistics*, ۵(۴), ۷۸-۹۳.
- Rocío, R. B., Cristina, L., Juan, C. R., (۲۰۱۸) “The lean and resilient management of the supply chain and its impact on performance.” *International Journal of Production Economics*, Vol. ۲۰۳, PP. ۱۹۰-۲۰۲
- Riccardo, A., Daria, B. and Dmitry, I. (۲۰۲۱). Increasing supply chain resilience through efficient redundancy allocation: a risk-averse mathematical model. *Ifac-paperonline*, ۵۴(۱), ۱۰۱۱-۱۰۱۶.

- Shao, L., & Jin, S. (۲۰۲۰). Resilience assessment of the lithium supply chain in China under impact of new energy vehicles and supply interruption. *Journal of cleaner production*, ۲۵۲, ۱۱۹۶۲۴.
- Sako, M. (۲۰۲۲). Global supply chain disruption and resilience. *Communications of the ACM*, ۶۵(۴), ۱۸۲۱.
- Snyder, L.V., et al, OR/MS models for supply chain disruptions: A review. *Iie Transactions*, ۲۰۱۶, ۴۸(۲): p. ۸۹-۱۰۹.
- vanov, D. (۲۰۱۹). Disruption tails and revival policies: A simulation analysis of supply chain design and production-ordering systems in the recovery and post- disruption periods. *Computers & Industrial Engineering*, ۱۲۷, ۵۵۸-۵۷۰.
- Yu, W., Jacobs, MA., Chavez, R. and Yang J. (۲۰۱۹). Dynamism, disruption orientation, and resilience in the supply chain and the impacts on financial performance: A dynamic capabilities perspective. *International Journal of Production Economics*, ۲۱۸, ۳۵۲-۳۶۲.